

## Beschreibung

Strömungsmaschine, insbesondere Gasturbine

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, insbesondere Gasturbine mit einem Verdichter, mit einer in einem Gehäuse der Strömungsmaschine drehbar gelagertem Rotor, mit einem in dem Rotor angeordneten Zuführkanal zur Zuführung eines Fluids und mit einem in dem Rotor angeordneten Abführ-
- 10 kanal zum Abführen des Fluids. Sie betrifft ferner ein Verfahren zur Beschleunigung einer Temperaturänderung eines in einer Strömungsmaschine drehbar gelagerten Rotors.

- Der stationäre Betrieb von Strömungsmaschinen, insbesondere
- 15 Gasturbinen, ist im Stand der Technik bekannt. Im Bestreben einen hohen Wirkungsgrad zu erreichen, sind beispielsweise moderne Gasturbinen hinsichtlich ihrer Konstruktion mit möglichst kleinen Radialspalten zwischen den rotierenden und den drehfest angeordneten Elementen konstruiert, beispielsweise
- 20 zwischen einer Innenwand des Strömungskanals einer Gasturbine und an einem Rotor der Gasturbine angeordneten Laufschaufeln oder zwischen dem Rotor und an der Innenwand des Strömungskanals angeordneten Leitschaufeln.

- 25 Zur Einstellung des Radialspaltes zeigt die DE 44 11 616 ein Heiz-/Kühlsystem für einen Rotor einer Strömungsmaschine. Die Temperatur des Rotors wird während des transienten Betriebs der Strömungsmaschine angepasst, in dem über das Ansteuern externer Ventile ein temperaturbehaftetes Fluid den Rotor
- 30 durchströmen kann.

- Ferner ist aus der US 5,271,711 eine Rotorkühlung für eine Gasturbine bekannt. Entlang des Rotors erstreckt sich ein Ringraum, in dem Kühlluft vom verdichterseitigen Ende des Ro-
- 35 tors zum brennkammerseitigen Ende geführt wird. Der Ringraum weist an seiner äußeren Begrenzung Kühlluftöffnungen auf, um Kühlluft in die von Rotorscheiben gebildeten Zwischenräume zu

führen. Während des Lastbetriebs der Gasturbine kühlt die Kühlluft die Zwischenräume der Rotorscheiben.

Auch ist aus der DE 665 762 die Rotorscheibenkühlung einer  
5 Gasturbine während des Lastbetriebs bekannt.

Darüber hinaus ist bekannt, dass die Grenzen für die Reduzierung der Radialspalte durch das Warmstartproblem festgelegt sind. Das Warmstartproblem tritt auf, wenn beim Herunterfahren, also während der Abkühlphase, einer Gasturbine diese im  
10 noch nicht vollständig ausgekühlten Zustand erneut gestartet wird. Der Rotor kann dabei sich im Strömungskanal festklemmen, da sich das Gehäuse schneller abkühlt als der Rotor mit den an ihm angeordneten Laufschaufelrädern und Laufschaufeln. Den thermisch bedingten Reduzierungen der Abmessungen des Gehäuses kann der noch warme, sich langsamer abkühlende Rotor nicht folgen. Bei zu gering bemessenen Radialspalten wird daher der noch nicht vollständig abgekühlte Rotor nach Wiederaufahren der Gasturbine durch die auf Grund der Fliehkraft-  
15 dehnungen sich verlängernden Schaufeln festgeklemmt. Dies führt nicht nur zur Verhinderung der Drehbarkeit des Rotors, sondern darüber hinaus auch zu kostspieligen Beschädigungen an der Gasturbine. Ferner werden die Betriebszeiten der Gasturbine verringert, da nach dem Ende der Befeuerung der Gasturbine erst die vorgegebene Abkühlphase abgewartet werden  
20 muss, ehe ein erneuter Start der Gasturbine schadlos durchgeführt werden kann.

Zu groß bemessene Radialspalte führen dagegen zu einem unerwünscht geringen Wirkungsgrad der Gasturbine, da das Prozessgas im Strömungskanal in nicht zu vernachlässigender Weise durch die Radialspalte strömt, ohne wenigstens einen Teil seiner Energie bestimmungsgemäß an die Schaufeln zu übertragen.  
30

35

Bei Gasturbinen kommt dieser Nachteil besonders zum Tragen, weil hier im Strömungskanal hohe Temperaturen vorherrschen.

Aber auch andere Strömungsmaschinen wie Kompressoren, Dampfturbinen und dergleichen sind hiervon betroffen.

5 Insbesondere das Herunterfahren sowie das Anfahren einer Gasturbine erfordern aufgrund konstruktiver Auslegungen eine besondere Verfahrensweise, da sich das Gehäuse der Turbine sowie auch die Rotorwelle mit den an ihr angeordneten Elementen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit an thermische Veränderungen anpassen. Eine besondere Aufmerksamkeit ist daher dem  
10 Herunterfahren einer Gasturbine wegen der oben ausgeführten Problematik zu widmen. Hieraus ergeben sich besondere Erfordernisse, die es zu beachten gilt, um eine Beschädigung der Gasturbine zu vermeiden, so unter anderem eine Mindestgröße der Radialspalte.

15 Es sind einerseits hinreichend große Radialspalte vorzusehen, um ein sogenanntes Einschnüren der Rotorwelle mit den an ihr angeordneten Elementen, welches zum Festklemmen des Läufers im Gehäuse führt, zu vermeiden. Andererseits führen große Radialspalte zu der bereits erwähnten Reduzierung des Wirkungsgrads der Gasturbine. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist hinsichtlich der Wartung der Turbine zu berücksichtigen, da eine Wartung erst nach Abschluss der Abkühlphase der Gasturbine insgesamt durchgeführt werden kann. In der Regel beträgt die  
20 Zeitdauer zwischen dem Ende der Befeuerung der Gasturbine und dem Beginn der Wartungsarbeiten ca. 24 Stunden. Während des Herunterfahrens wird die Rotorwelle bei einer reduzierten Drehzahl fortwährend gedreht, beispielsweise mit einer Drehzahl von ca. 120 Umdrehungen pro Minute, um die Abkühlphase  
25 zu verkürzen.  
30

Der Erfindung liegt nunmehr die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, mit der das Spaltmaß der Radialspalte der Strömungsmaschine zur Erzielung eines  
35 höheren Wirkungsgrads verringert wird. Darüber hinaus ist es Aufgabe der Erfindung, eine Strömungsmaschine mit einer verringerten Standzeit und Abkühlphase anzugeben.

Zur Lösung der erstgenannten Aufgabe bezogen auf eine eingangs genannte Strömungsmaschine wird mit der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, dass die Einspeiseöffnung des Zuführkanals radial weiter innen liegt als die Auslassöffnung des Abführkanals und dass das Mittel zur Beeinflussung der Fluidströmung durch eine fliehkraftabhängige Betätigungsanordnung gebildet ist.

Mit der vorliegenden Erfindung kann erstmals erreicht werden, dass auf den thermischen Zustand des Rotors der Strömungsmaschine, d.h. der Rotorwelle nebst den daran angeordneten Elementen, Einfluss genommen werden kann, unabhängig von einer Strömung des Arbeitsfluids der Strömungsmaschine. Während des Herunterfahrens wird der Rotor bei vergleichsweise geringer Drehzahl zum Abkühlen der Strömungsmaschine angetrieben, so dass anstelle des Arbeitsfluids im Strömungskanal ein vergleichsweise geringer Strom strömt, der den Rotor lediglich äußerlich kühlt. Dabei sind die Druckverhältnisse im Strömungskanal gegenüber dem Lastbetrieb derart verändert, dass der von der Drehzahl des Rotors abhängige innere Fluidstrom nur vergleichsweise schwach den Rotor durchströmt. Mit der Erfindung kann nun ein Fluid zur Anpassung der Rotortemperatur dem Rotor zugeführt werden, welches den Rotor während des Herunterfahrens wirksam kühlt. Da die Einspeiseöffnung des Kühlfluids radial weiter innen liegt als die Auslassöffnung, herrschen an der Auslassöffnung größere Umfangsgeschwindigkeiten als an der Einspeiseöffnung, so dass an den Auslassöffnungen im Strömungskanal ein Sog entsteht, der einen Fluidstrom durch den Rotor erzeugt. Darüber hinaus strömt das Fluid im Innern des Rotors durch die auf das Fluid wirkende Fliehkraft gemäß einer Zentrifuge nach außen, welches die Strömung des Fluids im Innern des Rotors nach außen zusätzlich beschleunigt.

Durch die beim Drehbetrieb verbesserte Kühlung des Rotors kühlt dieser schneller ab, wodurch seine thermischen Dehnungen gleichfalls schneller reduziert werden. Dadurch kann eine

- Temperierung des Rotors erreicht werden, die mit einer zugehörigen Gehäusetemperatur korrespondiert, was eine kleinere Dimensionierung der konstruktiv bedingten Radialspalte ermöglicht und so den Wirkungsgrad der Strömungsmaschine bei Lastbetrieb erhöht. Energiekosten können eingespart werden und die Energieausbeute kann erhöht werden. Besonders vorteilhaft wirkt sich die Erfindung bei Gasturbinen aus, da hier besonders hohe Temperaturen sowie daraus resultierend hohe Temperaturdifferenzen auftreten. Darüber hinaus kann eine im Vergleich zum Stand der Technik verkürzte Abkühlphase vor einem erneuten Warmstart der Strömungsmaschine erreicht werden. Eine Beschleunigung der Temperaturänderung des Rotors kann erreicht werden.
- 15 Eine besonders einfache Steuerung des Fluidstroms ist durch eine selbsttätige fliehkraftgesteuerte Betätigungsanordnung gegeben. Diese kann beispielsweise als Abdichtelement, Absperrelement oder dergleichen ausgebildet sein. Mit der Betätigungsanordnung zur Beeinflussung der Fluidströmung kann die
- 20 Fluidzufuhr innerhalb der Rotorwelle beeinflusst werden. Es können auch mehrere Absperrelemente vorgesehen sein, um zu temperierende Stellen wunschgemäß und unabhängig voneinander zu temperieren. Es besteht die Möglichkeit, axial beabstandete Bereiche in der Strömungsmaschine mit einer unterschiedlichen Fluidmenge zu versorgen, um eine axial unterschiedliche Temperaturbeanspruchung berücksichtigen zu können.
- 25
- Unterschreitet der Rotor während des Herunterfahrens eine Grenzdrehzahl, so öffnet die Betätigungsanordnung den Zuführkanal, so dass ein Fluidstrom sich einstellen kann. Während des Lastbetriebs der Strömungsmaschine verschließt die Betätigungsanordnung den Zuführkanal, da sonst infolge des im Strömungskanal herrschenden Druckniveaus ein Fluidstrom von Abführkanal durch den Rotor zum Einlasskanal als Leckage des
- 30
- 35 Strömungsmediums strömen würde.

Auch im umgekehrten Betriebsfall, beim Hochfahren einer Gasturbine, kann mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung das Anfahren vorteilhaft unterstützt werden, indem die Rotorwelle mit den daran angeordneten Elementen schneller auf eine entsprechende Temperatur gebracht wird. Bei Überschreitung einer weiteren vorgebbaren Drehzahl der Rotorwelle kann die Betätigungsanordnung die Fluidzufuhr sperren. Die vorgebbare Drehzahl kann für beide Vorgänge gleich oder auch unterschiedlich gewählt sein.

10

In einer weiteren Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass das Mittel zur Beeinflussung der Fluidströmung über einen zwischen Laufschaufelrädern und einem die Rotorwelle axial durchragenden Element gebildeten Spalt mit einem Abführkanal verbunden ist. Insbesondere bei Gasturbinen größerer Bauart weist die Rotorwelle axial angeordnete Laufschaufelräder auf, die beispielsweise von einem Zuganker oder dergleichen axial durchragt werden. Zwischen dem Zuganker und den Laufschaufelrädern können jeweils Spalte gebildet werden, durch die das Fluid an die zu temperierenden Stellen gelangt. Zusätzliche Kanäle für Fluid können eingespart werden. Die Kanäle können jedoch auch Kühlkanäle eines in der Strömungsmaschine implementierten Kühlsystems sein.

20

Weiterhin wird vorgeschlagen, dass der Abführkanal ein Drossелеlement aufweist. Mit dem Drossелеlement kann eine bedarfsgerechte Zuführung des Fluids erreicht werden. Darüber hinaus bewirkt die Anordnung von Drossелеlementen, dass das Fluid auf die zu temperierenden Stellen bestimmungsgemäß verteilt wird. Steuerungs- und Regelungsmittel zur Fluidzuführung können eingespart werden. Ferner schafft diese Ausgestaltung eine hohe Zuverlässigkeit, da sie ohne bewegliche Teile auskommt. Der Wartungsaufwand kann gering gehalten werden.

30

35

In einer weiteren Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass der Abführkanal in den Strömungskanal der Strömungsmaschine mün-

det. Zusätzliche Abfuhrmittel zur Abführung des Fluids nach dem Durchströmen der zu temperierenden Stelle können eingespart werden. Vorteilhaft kann die Erfindung auch bei bereits bestehenden Strömungsmaschinen mit geringem Aufwand vorgesehen werden.

In einer vorteilhaften Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass zum Abführen des Fluids aus dem Rotor der Abführkanal zwischen an der Rotorwelle angeordneten Laufschaufelrädern in den Strömungskanal mündet. Zusätzliche konstruktive Maßnahmen zur Abführung des Fluids können eingespart werden. Eine einfache Implementierung der Vorrichtung in bereits bestehende Konstruktionen kann erreicht werden.

Falls die Strömungsmaschine als Gasturbine mit einem Verdichter ausgebildet ist, kann die Zuführung am verdichterseitigen Ende der Rotorwelle vorgesehen sein. Somit kann besonders einfach kühles Fluid aus dem Einstrombereich des Verdichters zur Kühlung des Rotors entnommen werden.

Mit der Erfindung wird ferner ein Verfahren zum Kühlen eines von einem Kühlfluid durchströmbaren Rotors einer Strömungsmaschine, insbesondere Gasturbine mit einem Verdichter, vorgeschlagen, wobei während eines sich an den Lastbetrieb der Gasturbine anschließenden Drehbetriebs ein Fluid zur Kühlung des Rotors diesen Rotor durchströmt.

Durch die Kühlung kann die Abkühlphase der Strömungsmaschine erheblich verkürzt werden. Dies führt bei Wartungsarbeiten zu einer Reduzierung von Standzeiten sowie damit verbundenen Kosten. Darüber hinaus kann die Verfügbarkeit der Strömungsmaschine deutlich erhöht werden. Ferner kann die Gefahr eines Festklemmens des Rotors einer Gasturbine bei einem Warmstart sowie dadurch verursachte Beschädigungen weiter reduziert werden. Gerade bei geringer Drehzahl der Rotorwelle ist oftmals eine Kühlwirkung eines in der Strömungsmaschine imple-

mentierten Kühlsystems nicht ausreichend. Hier kann durch die vorliegende Lösung Abhilfe geschaffen werden.

Die Rotorwelle kann somit erheblich zügiger als bisher üblich  
5 auf eine gewünschte Temperatur gebracht werden. Die Erfindung kann auch zum Temperieren, das heißt Einstellen der Temperatur, der gesamten Rotorwelle und/oder der an ihr angeordneten Elemente wie Laufschaufeln und dergleichen verwendet werden.

10 In einer weiteren Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass während eines vor dem Lastbetrieb der Strömungsmaschine durchgeführten Anlaufbetriebs eine Fluidströmung zur Beheizung des Rotors diesen Rotor durchströmt. So ist es beispielsweise  
15 möglich, eine bei sehr niedrigen Temperaturen gelagerte Strömungsmaschine während des Anlaufbetriebs zu beheizen, was eine schnelle Erwärmung des Rotors ermöglicht.

Um beispielsweise das Anfahren einer Strömungsmaschine mit einem vorgebbaren Wirkungsgrad weiter zu verbessern, wird  
20 vorgeschlagen, dass während eines vor dem Lastbetrieb der Gasturbine durchgeführten Anlaufbetriebs eine Fluidströmung zur Beheizung der Rotorwelle ermöglicht wird und dass die Mittel die Fluidströmung dergestalt steuern, dass während des Lastbetriebs der Strömungsmaschine eine Fluidströmung verhin-  
25 dert wird. So kann vorteilhaft die Temperatur der Rotorwelle und der an ihr angeordneten Elemente an die Temperatur des Gehäuses angeglichen werden. Die konstruktiv vorgesehenen Radialspalte zwischen rotierenden und nicht rotierenden Elementen können weiter reduziert werden. Darüber hinaus kann auch  
30 hier die Gefahr des Festklemmens reduziert und eine durch den Rotor strömende Leckage im Arbeitsmedium verhindert werden.

Es wird ferner vorgeschlagen, dass als Fluid Luft verwendet wird. Durch die Verwendung von Luft steht ein kostengünstiges  
35 Fluid zur Verfügung, welches zum Temperieren, sowohl Kühlen als auch Beheizen, verwendet werden kann. Insbesondere bei Gasturbinen, die bereits ein für Luft vorgesehenes Kühlsystem



aufweisen, kann dieses Kühlsystem auch für das erfindungsge-  
mäßes Verfahren genutzt werden. Darüber hinaus hat Luft gegen-  
über anderen Fluiden den Vorteil, dass bei konventionellen  
Gasturbinen keine besonderen Anforderungen hinsichtlich phy-  
5 sikalischer oder chemischer Beanspruchungen zu berücksichti-  
gen sind.

Weitere Vorteile und Merkmale sind der folgenden Beschreibung  
von Ausführungsbeispielen zu entnehmen. Im wesentlichen  
10 gleichbleibende Bauteile sind mit den gleichen Bezugszeichen  
bezeichnet. Ferner wird bezüglich gleicher Merkmale und Funk-  
tionen auf die Beschreibung zum Ausführungsbeispiel in Fig. 1  
verwiesen.

15 Es zeigen:

Fig. 1: ein schematisches Schaltbild einer erfindungsgemä-  
ßen Luftversorgung für eine Gasturbine und

20 Fig. 2: eine teilweise geschnittene Ansicht einer Gasturbi-  
ne mit einer erfindungsgemäßen Kühlluftversorgung.

In Fig. 1 ist schematisch ein Kompressor 14 dargestellt, der  
Luft ansaugt, komprimiert und über eine Leitung 15 einem  
25 Drucklufttank 13 zuführt. Der Drucklufttank 13 ist über eine  
Leitung 15a mit einem in der Rotorwelle 2 angeordneten Zu-  
führkanal 4 strömungstechnisch verbunden. Der Zuführkanal 4  
endet an einem Absperrelement 10, welches in Abhängigkeit von  
der Drehzahl der Rotorwelle 2 über einen nicht weiter darge-  
30 stellten, in der Rotorwelle 2 angeordneten Betätigungsmecha-  
nismus betätigt wird. Das Absperrelement 10 ist ferner mit  
weiteren durch Spalten 8 gebildeten Kanälen verbunden, die  
ihrerseits mit Drosselementen 11 strömungstechnisch in Ver-  
bindung stehen. Die Ausgänge der Drosselemente 11 münden  
35 zwischen Laufschaufelrädern 7 in den Strömungskanal 12 der  
Gasturbine 3.

Fig. 2 zeigt in einer teilweise geschnittenen Ansicht einen Ausschnitt einer Gasturbine 3 im Bereich des Verdichtereintritts. Die Gasturbine 3 weist ein Gehäuse 1 und einer darin drehbar gelagerten Rotorwelle 2 auf. In einem Verdichter sind zwischen den an Laufschaufelrädern 7 angeordneten Laufschaufeln 9 mit dem Gehäuse verbundene Leitschaufeln 17 angeordnet. In der Rotorwelle 2 ist ein steuerbares Absperrelement 10 angeordnet, welches über einen eine Einspeiseöffnung 4a aufweisenden Zuführkanal 4, der ebenfalls in der Rotorwelle 2 angeordnet ist, mit Kühlluft versorgbar ist. Über ein nicht näher dargestelltes von einer Zentrifugalkraft gesteuertes Betätigungselement ist das Absperrelement 10 zwischen dem offenen Zustand und dem geschlossenen Zustand umschaltbar. Das Betätigungselement ist dabei derart ausgelegt, dass es das Absperrelement 10 bei Unterschreitung einer vorgebbaren Drehzahl in den geöffneten Zustand schaltet. Bei Überschreiten der vorgebbaren Drehzahl wird das Absperrelement 10 geschlossen. Alternativ können die eine Betätigung auslösenden Drehzahlen auch voneinander abweichen.

Die Rotorwelle 2 weist eine mittlere Hohlwelle 19 (Fig. 1) und eine hintere Hohlwelle 20 auf, zwischen denen die Laufschaufelräder 7 des Verdichters angeordnet sind. Nicht dargestellt ist, dass im Anschluss an die hintere Hohlwelle 20 die Laufschaufelräder 7 der Turbine folgen, welche analog zu denen des Verdichters ausgebildet sind. Mittels einem die Hohlwellen 19, 20 und die Laufschaufelräder 7 durchragenden Zuganker 18 sind die Hohlwellen 19, 20 und die Laufschaufelräder 7 drehfest miteinander in Wirkverbindung. Über mit dem Zuführkanal 4 verbundene, immanent vorhandene Spalte 8 wird die Kühlluft vom Absperrelement 10 zu den Drossелеlementen 11 geführt. Die im Verdichter angeordneten Drossелеlemente 11 sind derart ausgebildet, dass die Drosselwirkung mit zunehmender axialer Entfernung vom Absperrelement 10 abnimmt, um so Druckverluste in der Zuführung der Kühlluft über die Spalten 8 auszugleichen. An die Drosseln 11 schließen sich zwischen den Laufschaufelrädern 7 angeordnete Abführkanäle 16 an, die

über ihre Auslassöffnung 16a die Kühlluft in den Strömungskanal 12 der Gasturbine 3 führen. Über den Strömungskanal 12 wird die Kühlluft abgeführt.

- 5 Die Auslassöffnungen 16a der Abführkanäle 16 sind radial weiter außen angeordnet als die Einspeiseöffnungen 4a des Zuführkanals 4.

Um ein Herunterfahren der Gasturbine 3 aus einem energieerzeugenden Betriebszustand zu ermöglichen, wird zunächst die  
10 Brennstoffzufuhr der Gasturbine 3 abgeschaltet.

Mit abnehmender Drehzahl nimmt auch die Eigenkühlung der Gasturbine 3 ab und die Druckverhältnisse im Verdichter als auch  
15 in der Turbine ändern sich wesentlich. Unterschreitet die Rotorwelle 2 die vorgegebene Drehzahl, so schaltet das Absperr-  
element 10 über das Betätigungselement auf Durchgang um, damit die Luft durch den Zuführkanal 4, über die Spalten 8 zu  
den Drosselementen 11 gelangt. Die Drosselemente 11 be-  
20 wirken eine axiale Druckverteilung im Verdichter, so dass je  
weiter weg die Laufschaufelräder 7 des Verdichters vom Betätigungselement entfernt sind, diese um so mehr mit Kühlluft  
beaufschlagt werden können. In der Turbine werden die vom Betätigungselement weiter weg entfernten Laufschaufelräder 7  
25 mit weniger Kühlluft beaufschlagt als die näheren. So werden  
die beim Gasturbinenbetrieb thermisch höher belasteten brennkammernahen Rotorscheiben beim Drehbetrieb bevorzugt gekühlt.  
Von den Drosselementen 11 gelangt die Luft über zwischen  
benachbarten Laufschaufelrädern 7 angeordnete Abströmkanäle  
30 16 in den Strömungskanal 12 der Gasturbine 3.

Während des Herunterfahrens bewirkt die Zentrifugalkraft ein Beschleunigung der Luft im Rotor nach außen. Die Luft strömt  
an den Laufschaufelrädern 7 vorbei, nimmt dabei die Rotorwärme auf und verlässt den Rotor durch die Auslassöffnungen 16a.  
35 Dabei saugt die abströmende Luft durch das offene Betätigungselement neue, kühlere und noch nicht erwärmte Luft durch

die Einspeiseöffnung 4a an. Die Sogwirkung wird weiter verstärkt durch die an der Auslassöffnung 16a sich einstellende Umfangsgeschwindigkeit, welche größer ist als die an der Einspeiseöffnung 4a. Dies gewährleistet ein zuverlässiges Abführen der erwärmten Kühlluft und ein ausreichendes Nachströmen von neuer, unverbrauchter Kühlluft, unabhängig von dem Vorhanden sein einer möglichen externen Druckluftversorgung oder nicht.

10 Aufgrund der Kühlwirkung kann die Abkühlphase bzw. das Herunterfahren bis zur Durchführung von Wartungsarbeiten oder bis zu einem erneuten Warmstart erheblich verkürzt werden. Ferner können darüber hinaus die Radialspalte 21 erheblich kleiner ausgebildet werden, da eine Gefahr des Festklemmens  
15 durch ein schnelleres Abkühlen des Gehäuses 1 gegenüber der Rotorwelle 2 durch die erfindungsgemäße Kühlung verhindert wird. Die Rotorwelle 2 nebst den an ihr angeordneten Elemente kann somit der Abkühlung des Gehäuses 1 folgen. Dies wirkt sich darüber hinaus auch vorteilhaft beim Anfahren der Gas-  
20 turbine 3 aus.

Die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele dienen lediglich der Erläuterung der Erfindung und sind für diese nicht beschränkend. So können insbesondere die Anordnung der  
25 Kanäle sowie auch des Absperrelements oder auch die Anzahl der Kanäle und Absperrelemente bedarfsgerecht variiert werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen. Auch eine Verwendung anderer Fluide als Luft wie beispielsweise Stickstoff, Kohlendioxid oder auch flüssige Fluide kann vor-  
30 gesehen sein, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen. Insbesondere ist auch eine Kombination eines bereits vorhandenen Kühlsystems mit der vorliegenden Erfindung umfasst.

35 Darüber hinaus ist die vorliegende Erfindung nicht auf die Anwendung bei Gasturbinen beschränkt. Sie kann selbstver-

ständig auch bei Dampfturbinen, Kompressoren und dergleichen zum Einsatz kommen.

## Patentansprüche

1. Strömungsmaschine (3), insbesondere Gasturbine mit einem Verdichter,  
5 mit einer in einem Gehäuse (1) der Strömungsmaschine (3) drehbar gelagertem Rotor (2),  
mit einem in dem Rotor (2) angeordneten Zuführkanal (4) zur Zuführung eines Fluids und  
mit einem in dem Rotor (2) angeordneten Abführkanal (16)  
10 zum Abführen des Fluids,  
wobei die Zuführung Mittel (10) zur Beeinflussung der Fluidströmung aufweist,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Einspeiseöffnung (4a) des Zuführkanals (4) radial  
15 weiter innen liegt als die Auslassöffnung (16a) des Abführkanals (16) und  
dass das Mittel (10) zur Beeinflussung der Fluidströmung durch eine fliehkraftabhängige Betätigungsanordnung gebildet ist.  
20
2. Strömungsmaschine nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Mittel (10) zur Beeinflussung der Fluidströmung über  
einen zwischen Laufschaufelrädern (7) und einem die Rotorwelle (2) axial durchragendem Element (18) gebildeten  
25 Spalt (8) mit dem Abführkanal (16) verbunden ist.
3. Strömungsmaschine nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
30 der Abführkanal (16) ein Drosselement (11) aufweist.
4. Strömungsmaschine nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Abführkanal (16) in den Strömungskanal (12) der  
35 Strömungsmaschine (3) mündet.

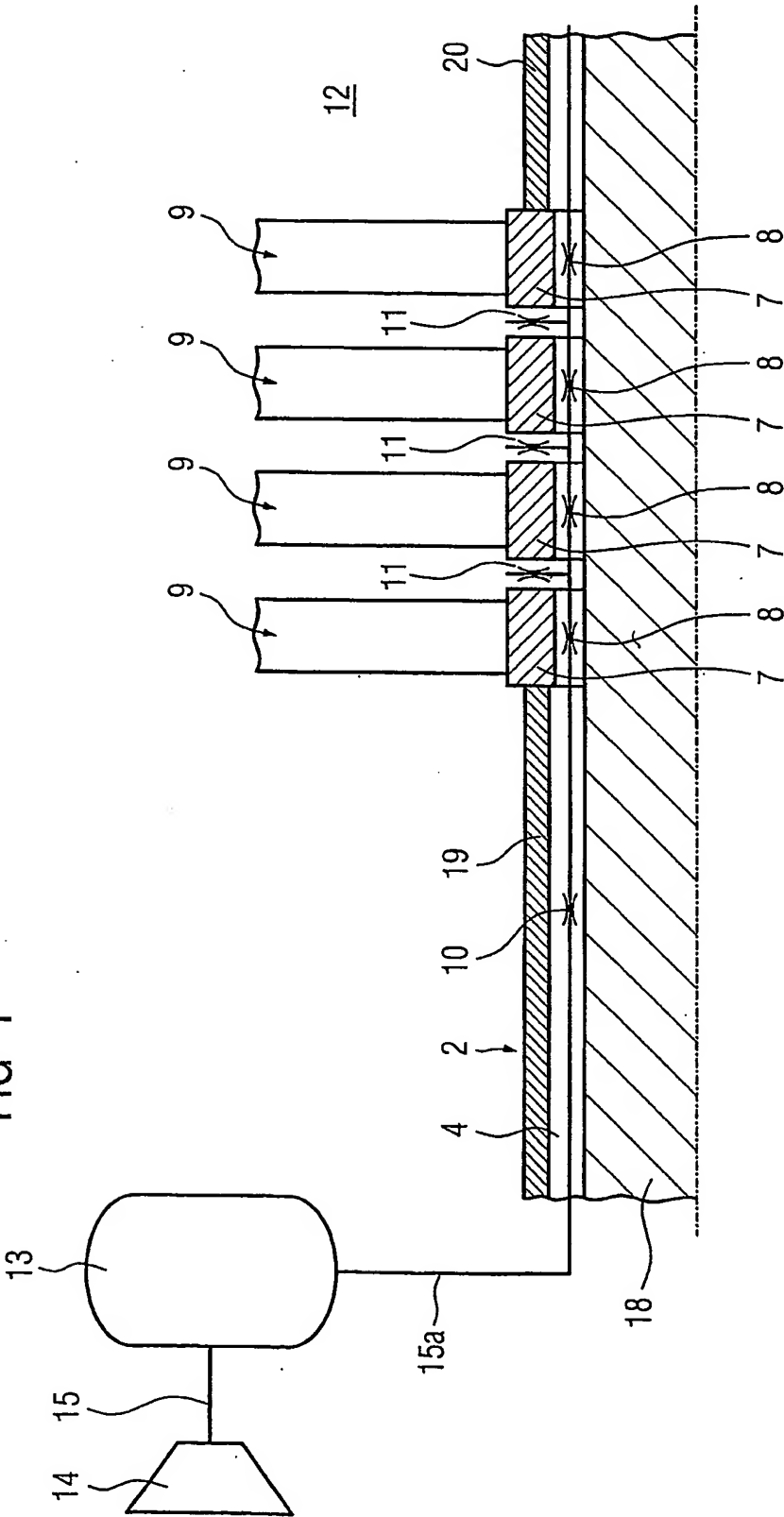
5. Strömungsmaschine nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zum Abführen des Fluids aus dem Rotor der Abführkanal  
(16) zwischen an der Rotorwelle (2) angeordneten Lauf-  
5 schaufelrädern (7) in den Strömungskanal (12) mündet.
6. Strömungsmaschine nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Strömungsmaschine als Gasturbine mit einem Verdich-  
10 ter ausgebildet ist, wobei die Zuführung am verdichter-  
seitigen Ende der Rotorwelle vorgesehen ist.
7. Verfahren zum Kühlen eines von einem Kühlfluid durch-  
strömbar Rotors einer Strömungsmaschine, insbesondere  
15 Gasturbine mit einem Verdichter,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass während eines sich an den Lastbetrieb der Strö-  
mungsmaschine anschließenden Drehbetriebs ein Fluid zur  
Kühlung des Rotors diesen durchströmt.  
20
8. Verfahren nach Anspruch 7 zum Kühlen einer Strömungsma-  
schine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch ge-  
kennzeichnet,  
dass während des Lastbetriebs der Strömungsmaschine eine  
25 Fluidströmung verhindert wird.
9. Verfahren zum Beheizen eines von einem Heizfluid durch-  
strömbar Rotors einer Strömungsmaschine, insbesondere  
Gasturbine mit einem Verdichter,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
dass während eines vor dem Lastbetrieb der Strömungsma-  
schine durchgeführten Anlaufbetriebs ein Fluid zur Be-  
heizung des Rotors diesen durchströmt.

35

10. Verfahren nach Anspruch 9 zum Beheizen einer Strömungs-  
maschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet,  
dass während des Lastbetriebs der Strömungsmaschine eine  
5 Fluidströmung verhindert wird.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Verfahrensansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Fluid Luft verwendet wird.



FIG 1



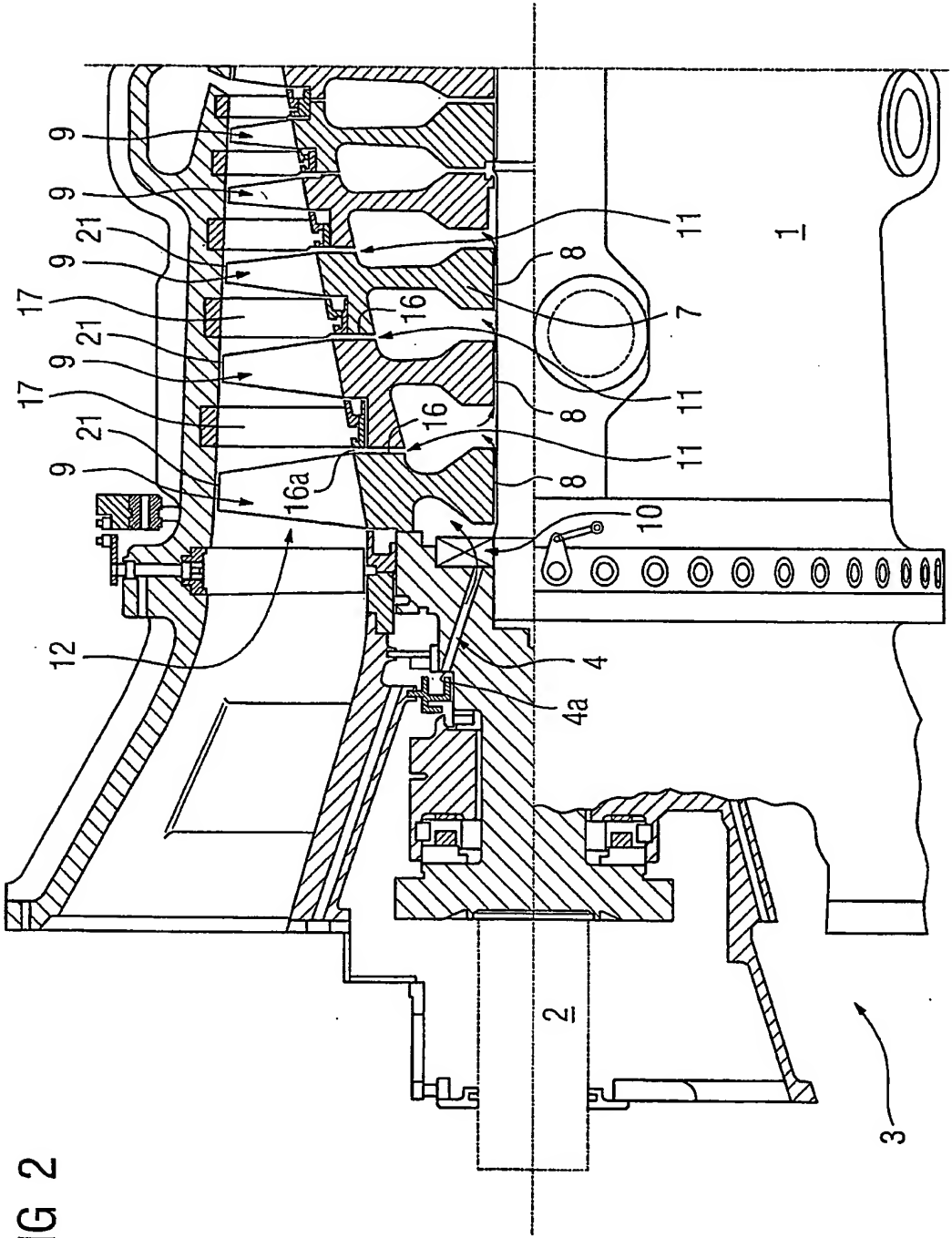


FIG 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**